

艾丁敦著
嚴鴻瑤譯

物理世界真

中山文化教育館編輯

吐

物理世界眞詮

緒論

我要來寫這部講演稿，所以我把椅子，拖近我的兩張桌子。我說：『兩張桌子！』因爲一切物體在我看來都是二重的——兩張桌子，兩把椅子，兩枝鋼筆。

我們講科學之哲學，如此開場未免太不深奧。但我們必先抓住事物之表面東西：然後才談得到它的底蘊。然而我要開始抓住事物時，我所碰擊的便是我的兩張桌子。

這兩張桌子中，一張就是我所慣用的。這是環境中或外界中最平常的一件物體。我怎樣描寫這張桌子呢？牠有廣袤，較有持久性；有顏色；總之是有實質的 (Substantial)。所謂有實質的，並不光是說伏在桌上而桌子不倒：蓋指桌子是由實質構成而言，而且我想引用此詞，以說明桌子內部的固有性質。桌子是一件事物，不能說是空間，因爲空間只能算是一個空無；也不能說是時間，因爲時間是什麼，只有天曉得！但是這樣解說還是不中用，因爲『事物』之特徵就是具有這種實質性；而所謂實質性就是像桌子所具有的那種性質。所以我們還是逗了一個圈子。不過，假如你是一位具有普通常識的人，並不十分拘泥於科學的解釋，你總會懂得通常桌子的性質了。我常聽見

有許多常人竟認為科學家倘能應用意義淺顯如桌子的性質，來說明事物，那麼他們對於人性之玄妙，或許更能了解得深刻些。

第二號桌子就是所謂科學的桌子。牠是我最近才認識的，覺得比較生疏。牠並不隸屬於前面所說的世界——牠並不屬於我一睜眼就看得見的世界——究竟這個世界中有多少是客觀的成分，多少是主觀的成分，我在這兒暫且不管。科學的桌子是另用一種深刻的方式引起我們注意的世界的一部分。科學的桌子大半是一種空無所有的虛空 (Emptiness)。稀薄散漫於此虛空中者都是放射極速的電荷 (Electric charges)；但是這許多電荷的容積，其總不及桌子容積的一兆分之一。雖然牠的構造奇特，但終成為很有用的桌子了。牠能和第一號桌子一樣，盛載我寫字的紙；因為我鋪紙於桌子上時，這些電粒子 (Electric particles) 因射行極速，而不斷地在紙下衝擊。所以像鍵子似地這張紙會安穩地平鋪着。假如我伏在這張桌上，我便不會穿過牠。或者嚴格而正確的說，我科學的手臂穿過我科學的桌子的機會真少。在實際生活上竟是絕無僅有的事。假如一一察其物性，則這兩張桌子，並沒有什麼不同：假如環境發生變態，那麼，我的科學的桌子便有利端。譬如屋子着了火，我科學的桌子便溶解為科學的煙，而我所習用的桌子之實質性也會變化，而這種變化，我只好認為是不可思議。

我第二號桌子是無實質性的。牠僅是空洞的空間，這空間又漫滿了力場 (Fields of force)。但是力場實應歸威力的範疇，並非『事物』的範疇。甚至其中極細微而非空虛的部分，我們也決不能用實質這個觀念來形容之。分割物質為電荷後，我們所要形容的東西的樣子，就與普通具有實質性的東西的樣子大不相同，所以這個概

念在此時也就失其意義了。近代科學的宇宙觀，無非就是想破滅「事物」、「威力」、「形式」等等的範疇，而爲一切經驗另換一共同的背景。無論我們研究物體，研究磁場，研究幾何圖形，或研究時間綿延性，我們都得用量算來表明我們知識的結論——量算的儀器及其運用的方法，都不能表明這些問題間有什麼絕然不同之點。量算本身並不能給範疇分類以根據。我們覺得量算本身應該有一個背景，這就是外在的世界；但是這個世界有許多屬性（Attributes），除開量算所已察知者而外，其餘都是科學所不能深究的。可是科學最後背叛了，因爲科學感覺到把量算中所含有的正確知識，來解釋傳統概念是不對的，因爲那些概念既不能真確表露背景，（譯者按指外界而言，）復使知識組織，支離散漫。

我在這兒不想更進一步討論電子，何以無實質性，因爲這個問題與現在所討論的無關。你們儘可以明認電子有實質性，但是微點漫漫虛空的科學的桌子，和日常認爲是堅實的桌子，（這是反對柏克萊主觀主義者所喜用之一證，）總是完全不同的。我面前的紙好像是鋪在蜂羣上面，如鍵子似的被蜂羣在下面衝動支持着不動，還是紙下有佔有空間而排其他之實質托着，這兩種說法是有差異的；至少在概念上有不同，但是在實際上我們還是同樣能在同一張紙上寫字。

你們都知道近代物理學全靠精密的實驗和嚴正的邏輯，來斷定我第二張桌子，是唯一「實在」的東西，不需我多說了。換一方面看，科學終不能棄除第一張桌子，因爲它雖是外在性質，心理想像和因襲陳見所混合成的怪物，但是這張桌子總是我親眼得見，親手可摩的，所以也用不着我多說了。我們只有暫時撇開第一張桌子，因爲

我們由熟習的世界，轉到物理學所宣示的科學世界。這個科學世界才是（或將要是）一個完全外在的世界。

『你提出兩個世界，語出矛盾。難道這兩個世界就不是同一個世界的兩面觀或兩種解釋嗎？』

是的，當然啦，這兩個世界在某種情形之下或許會同一的，但是物理學的外在世界變爲人類意識所熟知的世界的過程，卻是超乎物理學範圍以外的。所以物理學方法所研究的世界，要直到物理學家完成其工作後，才能和人類意識所熟知的世界，互相聯合起來。所以我們暫且不妨假定科學所探討的桌子和慣用的桌子是完全不同的，而不必預斷這兩世界最後同一的問題。確然，整個科學的探討，固然皆由慣熟的世界出發，最後還得回到慣熟的世界；但物理學家所進行着的路程，卻是絕異的領域。

直到近來，聯絡的關係更密切了些；物理學常由慣熟的世界，借取原料，以供給科學世界，但是他這樣做的時候並不多。他的原料是以太、電子、量子、勢能（Potentials）以及哈密爾頓函數（Hamiltonian functions）等，而且很當心保護這些原料，不使被借自其他世界的概念所染污。科學的桌子有慣用的桌子與之對照，但是科學的電子、量子或勢能卻沒有慣用的電子、量子或勢能與之對照。我們甚至也不想特製一種慣用物，和這些科學的原料相對照，或是『說明』這種電子。要在物理學家造成其世界建築以後，才能有一種聯絡或同一；假如聯絡過早，必會勞而無功。

科學是要造成一個世界，足以象徵普通經驗的世界。每一象徵的符號不必一定用來代表普通經驗中的什麼東西，或是用來代表通常經驗所能說明的東西。普通的人對於科學所引據的事物，都要有一種具體的說明，

但是他如此想，必會失望的。這就好像我們讀書的經驗一樣。書上所講的盡都是實際生活的象徵。寫書的志願當然是想讀者能把『麵包』一類的符號，和慣常生活的概念，聯合起來。但是在字母未拼成一字，字眼未湊成一句以前，就想使之和慣常生活同一，那當然是太早而徒勞無功了。符號A並不要符合慣常生活的什麼東西。依兒童看來，字母A簡直是一個抽象得了不得的字，所以我們就得給他一個慣常的概念。『A是射擊蝦蟆的一個射手』^{註一}這就使他渡過難關了；但是射手（Archers），屠戶（Butchers），船長（Captains）等字，仍只是字母的拼湊，所以他雖懂得拼字，還是不能有什麼進步。字母都是抽象的，於是遲早他總要使之現實化。物理學裏面也有這許多用基本符號造成射手和點心等有用的定義。若欲說明電子到底是什麼，我們只有說：『電子就是物理學中字母之一。』

物理學所講的外在世界，於是成爲一個有許多幻影的世界了。我們因要想掃除幻想，所以才把實質這個觀念在思想中取締了。因爲我們知道實質是一個最大的幻想。以後我們也許會想到大刀闊斧地斬除非真實的東西，是有點刀下太無情了。因爲實在（Reality）是一個嬰兒，假如失了撫養牠的幻想，便會不能生存了。但是科學家卻不管這些，他另有充足良好的理由，以探討幻影的世界，甘願把這幻影的世界與日常的世界之正確關係，這個問題，讓給哲學家去判定。在物理學世界中，我們看到慣常生活戲劇的寫真全景，我幻影的手臂放在幻影的桌

註一 外國兒童識字，都把抽象的字母，拼成合乎實際情形的字，如說『A是射擊蝦蟆的一個射手』，射手第一字母是A，故教授A時，多以此語，令便於記憶。他如屠戶，第一字母是B，船長第一字母是C，皆此意也。——譯者註

子上，幻影的墨水，流過幻影的紙，這些都是象徵的，而物理學家卻並沒有把它當作別的東西，還是把牠當作符號。後來這些符號經過我們「心靈」加以改造。於是稀薄瀰漫的電力核，竟成為可以觸摩的固體了；電核的激動無止，於是成為夏天的熱度；以太振動的級奏竟成為壯麗的虹了。心靈並不以此為止境。這個被改造了的世界又起了新的含義，這種含義在象徵世界中，殆不可見；這個世界竟成為一個美麗而有目的的世界——可惜也有痛苦與罪惡。

物質科學公然宣稱其研究對象是幻影的世界，實是近代最重要的進步。我並不是認為物理學家處處有這種哲學含義的見解。由物理學家的觀點看來，與其說這是否定日常世界的主張，無寧說是把物理學所研究的東西劃開以便自求發展。我現在並不是因為有哲學的含意，而贊成物理學之幻影與符號的世界，而是因為我想需得革除慣常的概念，而後才能闡明科學所要敘述的學說所致。假如你不預備革除這些概念，你對於近代科學的學說，便不會表示同情，甚至於像許多人一樣，覺得那種學說簡直是笑談。

我們要養成習慣，把物質世界當作純粹符號的世界，當然是一件難事。我們常常不免把經驗世界中的不合適的概念和這些符號混為一談。若無長期經驗的訓練，我們雖抓住了幻影，還是不覺得它的幻影性質。當然，我們除非接收數學的符號主義，否則我們就不免要用虛假來粉飾我們所抓得的符號，譬如我想到一個電子，我便覺得有那麼一個硬，紅而小的圓球：質子 (Proton) 是一個無性而色灰的圓球。其實這種顏色，形像以及其他概念，當然很多都是荒謬之談，我也無法加以矯正。我很知道年青的人們對於這些景象，想得太具體了，努力用哈密爾

順的函數和符號，構成一個出乎人類成見之外的世界，因此他們常常不遵守正統數學的定律。依我個人的意見，我覺得提高那種思想是很難的；不過我相信是做得到的。

在本書後部之幾篇演講中，我想討論近代物理世界研究之結果，這些結果就是哲學家的思想食品。討論的範圍是包括科學中之新概念以及新的智識。在這兩方面，我們都得到一個物質宇宙，這個宇宙和十九世紀之末所談到的宇宙，是完全不同的，我永不忽視一個主講基福特講座者心中應有的目標，就是要討論這些純粹物理學的發現，對於人類之更大的觀點和興趣的關係的問題。這種關係不能自己變化，只能隨物質世界之概念的激變而有更易。我相信今日能真正懂得了物理世界，便會使我們虛心，尋出超乎科學量度以外的更廣大的含義，然而這種含義在前一代的人看來，也許是不合論理的。以後的演講，我就想集中討論於這種含義，並且盡棉薄之力加以發揮。但是，我也不敢癡心妄想地以為科學研究本身沒有目的，科學就是為其本身而研究的，並沒有什麼哲學觀點為之背景。科學自能開展出一片美景；所以不管其探討之路是達到望遠的高山，還是達到幽暗的地道，我們都得依照上面這種精神幹去。所以在課程結束以前，你們應該忍性隨我尋溯科學之正軌，而不重責我留連於路旁花境中了。這是我們中間應有的諒解。我們這就開始言歸正傳罷！

第一章 古典物理學的崩潰

原子之構造 在一九〇五年到一九〇八年間，愛因斯坦 (Einstein) 和明可斯幾 (Minkowski) 根本改變了我們時間和空間的觀念。一九一一年盧德福特 (Rutherford) 又使我們從德摩頤利圖 (Democritus) 以來的物質觀念，起了絕大的改革。可是這兩大變化所得到的反響卻完全不同。空間和時間的新觀念在各方面都被認為是革命的；有些人是熱烈的歡迎，有些人卻急切的反對，新物質觀念的價值已由科學發現上的通常經驗逐步證明，並在證據完全可靠時，竟悄然取原先的理論而代之了。但這並沒有引起多大的風波。直到現在，我聽說有許多人攻擊近代科學上的驚天駭地的革命，追惜着以往建立的法則體系。我想造成這種怨聲的禍首不是愛因斯坦，而是盧德福特。我們只要把現在所假定的宇宙和我們以前所公認的宇宙比較一下，便知最大的變化並不是愛因斯坦所重新排列的空間與時間，而是瀰漫大空中之微小固體的分解物。這對於那班主張事物一如其表像的人，真是一下當頭棒喝。近代物理學宣稱元子內部是真空所開出的亂子，實在比天文學宣稱星球間是大真空所開的亂子還要大。

元子像太陽系一樣，也是有空隙的。假如我們排去人體中的空隙，把質子和電子組成一個體質，那麼，人便會變為一個要用放大鏡才能看到的微點了。

這種物質的空隙確非元子論中所預示的。大家當然知道，在空氣內面，元子當然隔離很遠，留下許多空隙。不過，在當時大家也覺得具有空氣特徵的物質，只有微少的實質充於其中，並且通常都用「空無」一詞，來表示其沒有實質的意思。在固體中，元子是緊密包扎在一起的，所以舊時的元子論恰和我們的成見相同，都認為固體物總有實質，沒有多少空隙。

電氣物質論直到十九世紀末葉，猶未遽然改變這種看法。只是宣稱陰電匯集為一個極小容積的單位電荷 (Unit charges)，但是物質還有一種成分，這就是陽電；是被想像作一種膠狀的球體，跟元子的函度 (Dimensions) 一樣，內中包含的都是許多微小的陰電荷。所以固體內邊的空間大部分還是極其充實的。

可是在一九一一年，盧德福特宣稱陽電也是匯集為微點的。他有許多零散的實驗，證明元子可以用出大量的電力，不過要有陽電荷存於比元子函度更小的核心中，作為高度集中吸引力的中心，然後才能有電力使用出來。因此元子的主要體積首先被廢除，而一個有實質的「彈子」式的元子觀讓「太陽系」式的元子觀取而代之。兩年以後，便有鮑爾 (Niels Bohr) 根據盧德福特元子論，發揮其著名的學說，於是物質論從此大進。這種觀點無論怎樣改變，要想回復到舊時實質的元子論，已是太不可能了。

現在大家共認各種物質皆由兩種成分構造的，這兩種成分就是質子和電子。在電學上講，這兩者是絕然相反的，質子是一種陽電荷，電子是陰電荷。換一方面看，兩者之性質也很不同。質子比電子質量多一千四百八十倍，所以物質的質量幾乎完全都是質子。世界難見純粹的質子，只有氫的質子是純粹的。氫似乎是世界間最初步的

物質，其元子包含一個質子和一個電子。其他種的元子都是有許多的質子和較少數的電子組合爲一個元子核；爲求均衡起見，電子乃散漫於元子核之四週，好像元子核的衛星似的，有時常會離開元子，散漫地流過物質。電子的直徑大約等於元子直徑之五萬分之一，比元子核的直徑大不了多少。一個單獨的質子之直徑大概還要小些。三十年以前，對於「以太」阻力的問題，辯論得很利害。這就是問以太對於地球繞日運動是否有阻力。當時，因爲大家相信元子之固體性，所以覺得物質穿過以太，是否不擾亂以太，不免就有所懷疑了。有許多實驗證明以太並不發生對流現象，於是大家確很驚奇而且也很爲難。但是我們現在知道以太確能穿過元子，正如穿過太陽系那樣容易，所以我們所希望的乃完全另屬一道。

我們以後還要談到『太陽系』的元子。現在所要談的只有兩件事：（一）元子是極端的虛空，（二）元子是由電荷構成。

盧德福特的元子核說，並不算是現時代的一種科學革命。此說雖是進一步的發現，但總還是陷在古典物理學的境內，這種發現的本質與含義，可用科學界已經流行的顯著概念，與以說明。『革命的』一詞常是加於近代的兩大發現——一是相對論，一是量子論。這些學說對於世界內容不僅有所新發現，而且變換了我們對於世界的思想方式。現在不能遽然應用簡明的名詞，直接說明這些學說；因爲我們要想首先了解古典物理學所夢想不到的新概念。

我們不曉得『古典物理學』一詞有過什麼確切的界說。不過通常都以爲牛頓在數學原理中所闡發的自

然定律的圖式，應是後人發揮的模型。但在此境內，處處可以看到很大的變化；例如光的波動說排去了光的微粒說；熱由實質（熱素 Caloric）變為動能；電由繼續不斷的流動，變為以太中之張力（Strain）核心。但古典物理學並非一律不容認這種變化。波動、動能、與張力等，在此圖式中都佔有地位了；應用這些概念，論述更大範圍的現象，也只算是補充牛頓原來概括一切的系統。

我們現在來研究古典圖式怎樣崩潰了的。

費氏收縮作用 我們最好是從下面的事實打頭說起。假定你有一根棒，運動得極快。先使棒身與運動方向相交成直角，然後橫倒使與運動方向並行。這棒就會縮短。棒身與運動方向並行時，其長度比與運動方向相交時要短得多。

這種收縮作用，就是費氏收縮作用（Fitz Gerald contraction），在通常情形中是極其微小的。收縮作用與棒的物質無關，全視其速度如何而定。譬如地球繞日運動的速度，每秒鐘是十九英里，那麼地球直徑之長度便會縮短二〇〇〇〇〇〇〇〇之一，或說二又二分之一英寸。

證明的實驗實在不少：最早而有名的，就是一八八七年米格爾遜—摩勒（Michelson—Morley）二人合作的實驗。一九〇五年又有摩勒和米勒（Miller）重新加以精確的復試。前一兩年還有許多實驗者反復試驗。我不預備敘述這些實驗，只想指陳你們要使棒有一高速度，最簡便的方法就是利用地球，因為地球繞日的運動極速。我也不想討究這些實驗所提供的證據怎樣十足。你們當前的要務，就是要懂得這種收縮作用，是由我們通常

對於物質的棒的知識中，所可推想得到的東西。

你們一定驚怪這運動的棒一換方向，何以函度便會改變了。照你們想來，這棒決不會變的。但是，這是你們所想的棒呀，對罷？（你們該記得我有兩張棹子，所以棒也有兩根。假如你所想的棒是持久的實質，因有占據空間的實質性而伸展於空間，那麼，函度的變化便沒有什麼根據了。但是科學的棒是一團電粒子的聚合，這些電粒子是衝蕩不息，互想遠隔着的。不過奇怪得很，這一團粒子竟會保持一個固定的廣袤。因為電粒子保持一定而均衡的空間，所以整個的體積，在實際上，還是固定的；這些電粒子可以互相用出電力，而其所充塞的體積，必與聚合電粒子和發散電粒子之力的均衡相呼應的。這棒入於運動狀態，則電便起變化。運動中的電氣構成一種電流。電流所生的力是磁力和靜電所生的力不同。更進一步看，相交於運動方向和並行於運動方向不同，則電荷運動所生之力的強度，當然又各不同。

假如棒一運動，則其中一切微小的電荷，都入於運動狀態；於是電粒子間便有一種新的磁力發生。顯然原有的均衡必會散失，而電粒子間之空間繼續變化，直到新的均衡發生為止。所以電粒子積合體的廣袤——棒的長度——必有變化了。

費氏收縮作用實在沒有什麼玄妙。若照往日的想法，以為棒的物性是因其實質性，而有佔據空間的持久實質，那是太講不通了；若認為它是一包電粒子，憑電磁力維持住它奇巧的均衡，並因能排斥外物之闖入而佔據空間，這樣才講得通的。或許你們可以這樣看：你們要想這棒保持其原有的長度，必先假定其有一極其平穩的安置，

而且不常受到新應力 (Stress) 的壓迫。不過運動中的棒常會受到新的電磁應力，這種應力並非由外界的干涉而生，而是棒之電氣構造的必然結果；並且因了這種應力，乃有收縮作用發生。你們或許會這樣想：假如棒是極其堅硬的，必可經受得起高壓力 (Compressing forces) 而不縮短的。詎知不然；無論是鋼棍還是橡皮棒，都同樣有這種的費氏收縮作用。強硬性與應壓力 (Compressive stress) 只限於物體構造的大概組織愈硬，則應壓力愈大。我們不要以為不能保持恆久的長度便是棒的缺點；只有把這棒和想像的『物』相比論才是有缺點的，因為想像物不具這種電氣的構造，所以算不得是物質。費氏收縮作用並不是物質的缺點，也像惰性一樣，都是物質所必有的特性。

我們已由物質之電氣構造，推論得物質的性質；關於數量的結果，我們得讓數學家來計算。這個問題在一九〇〇年由洛倫茲 (Lorentz) 和拉摩爾 (Larmor) 兩人努力解決了。他們計算電粒子之均衡的空間，在經過電荷運動所生之新力，破除其原有均衡後要求新的均衡時的變化。這種計算竟精密證明了費氏收縮作用，其數量正和以上所說實驗的數量相同。所以我們便有兩個立腳點了。有些人只相信這種結果，因為這種結果都是由實驗造成的。有些人只相信理論，以為費氏收縮作用是馬克斯威爾 (Maxwell) 以後所公認之電磁律的必然結果。實驗與學說常會有錯誤的，所以最好是兼顧這兩方面。

收縮作用之結果 僅僅這一個結果，雖不能全得到相對論，但已足使你們為古典物理學擔心事了。一個物理學家做任何實驗，若不量算長度，便不能有什麼進展；但當他要量算長度時，又得拿着尺 (A scale)，依着應有

的方向轉換的。他決沒有想到他轉動尺的時候，雖則極其精慎，尺的長度卻總在變化的；除非地球忽然靜止，否則變化總得發生的。量度尺的不變性就是全部物理學構造的基石；可是這基石已給打碎了。你們或許以為這不足以難倒物理學家；長度的變化並不十分嚴重，或者對於變化留點意就行了。那麼，請等着看罷。

讓我們來看看費氏收縮作用的結果。先來打個譬喻。假定你在一個運動很快的行星上，每秒鐘的速度是一六、一〇〇〇英里。這個速度之收縮作用必占二分之一。任何固體由直交於運動方向轉而並行於運動方向，則其長度必縮短了一半。兩鎮間的鐵路在正午是一百英里，假如下午六時行星轉換方向，適成了直角時，則必縮短為五十英里。地球上所住的人，就像亞麗斯漫遊奇境中的情形；這些人們一會伸長，一會縮短，活像一具望遠鏡。

我雖不知道什麼行星能在一秒鐘內，運行一六、一〇〇〇英里；但是我指定遠空中有螺旋星雲（Spiral nebula），每秒鐘能行一千英里。這星雲裏包含一個行星，是很可能的事；假如能說外行話，未始不可大膽地假定那上面有一位知識份子。每秒鐘一千英里的收縮作用，在平常事情中還是不容易看到的；但有科學的量度器，或有精確的管理指導，也就很可以察覺了。物理學的基本手續之一，就是運用隨意調動的尺去量算長度。當這些物理學家在這個行星上，發覺其不變的量度尺有錯時，其狼狽的情形，一定是大家所可想見的了。復試一切已經成功的實驗，臨時校正尺的方位，從新再由改正的資料演繹出物理定律的推論與系統，是多麼煩難的事啊！幸好物理學家不在這個逃走極快的行星上，而是在一個運行極慢的地球上，他們該得怎樣謝天謝地呀！

但是，且慢。我們果真是在一個運行極慢的行星上嗎？我想星雲上有天文學家的話，他們一定看到遠空中有

一個微小的星，旁邊有一個微小的行星，這就是地球。他們也會看到地球的速度很大，每秒鐘也有一千英里；這是一定的，因為我們看到他們每秒鐘退後一千英里，當然他們也看到我們每秒鐘退後一千英里了。星雲上的物理學家便會大聲地說：『每秒鐘一千英里！地球上可憐的物理學家是多麼不幸啦！費氏收縮作用確是看得着的，他們用尺量得的量度真是錯誤不堪。假如他們再輕視了這種校正，那麼，他們所推定的自然定律之系統，真是一個莫明其妙的系統了！』

我們所觀察得的每秒鐘一千英里的速度，究竟屬於地球，還是屬於星雲，是很難斷定的。在天文學上說，地球也是星河（Galaxy）中之一顆星辰，並不比星雲更屬重要，更是中心。硬說我們是比較靜止些的，這只是個人的胡思亂想，毫無正確的根據。

那麼，你們會說：『當然啊！假如地球上會有這種顯著的長度之變化，我們便應使用我們的量度，把它檢查清楚了。』我覺得這一點很有趣。我們不能應用任何種量度來檢查清楚的。這種收縮作用之發生是不待量算便已過去的。讓我們講講這是怎麼會發生的。

假如我們說這間屋子直升上去，每秒鐘行一六、一〇〇英里。我這種說法必被你們證明為荒唐不經了。把我的手臂由平橫而豎直，其原有長度必縮短一半。你們不相信嗎？那麼，就拿一根碼尺來量。先量平橫的是三十英寸；再豎直着量，結果是三十個半英寸（即十五英寸）。一根碼尺由平橫豎直時，一英寸便縮短為半英寸，必是你們所能承認的了。

「但是我們看到你的手臂並不會縮短啦。難道我們的眼睛靠不住嗎？」

除非你們記得早上起身的時候，你們的視網膜豎直，便已縮短一半，結果乃使橫平的尺度加上一倍，作為豎直的距離；否則我們的眼睛當然不可靠。

你們又可以說：『我不起身好了。我們睡在床上，在傾斜的鏡子裏看你動作好了。這樣一來，我的視網膜還是原樣不變，我想我還是看不到有什麼收縮罷。』

但是一個運動着的鏡子，並不能映出一件正在發生的事件之真象。鏡子的運動能改變光的反射角，正如椅墊的運動能改變彈子的反射角。假如你能依照光學的普通定律，使鏡子每秒鐘運行一六一、〇〇〇英里，你便會知道其所引起的歪曲 (Distortion)，適相當於我手臂的收縮作用。

無論怎樣實驗，結果必可如此類推的。你們不能駁詰我的斷論，我當然也不能確切地加以證明；但我可以擇取其他的速度，與以申辯。這種收縮的數量，好像已和我在前面所說的米格爾遜——摩勒的以及其他實驗所量得所證明的收縮數量，有點矛盾，其實沒有什麼衝突。他們的實驗全屬子虛的；猶之你們在傾斜的鏡子中看我手臂的實驗，同是一種枉費力氣的實驗。光學上或電學上有些關於地球運動之結果，也都是好像應用運動的鏡子，都能歪曲影像；除非有一種收縮作用，適與這些歪曲互相抵消；否則，一定可以觀察得這種歪曲。因為見不出來，所以應有足以抵消的收縮作用了。不然，這就另有一個成因；這就是地球可以穿過空間的真正速度，等於烏有。但是六個月後，他們重復實驗，竟推翻這一點，因為在兩次實驗看來，地球的運動都不能算是烏有，於是收縮作用被證